

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ЗВЕРБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО (*HYPERICUM PERFORATUM*) ВДОЛЬ ВЫСОТНОГО ГРАДИЕНТА

**Б.Г. Цугкиев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Л.Ч. Гагиева**, доктор биологических наук, доцент  
**В.Б. Цугкиева**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Э.А. Цагараева**, доктор биологических наук, доцент  
**Л.М. Цейко**, аспирант  
Горский государственный аграрный университет  
E-mail: laragagieva@yandex.ru

**Ключевые слова:** флавоноиды, высотный градиент, звербой продырявленный.

**Реферат.** Представлена оценка содержания флавоноидов в траве звербоя продырявленного, отобранных в естественных фитоценозах вдоль высотного градиента. При проведении исследований пользовались общепринятыми методами, описанными соответствующих в руководствах. Материалом для исследований послужили воздушно-сухие образцы надземной части звербоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), отобранные на разных высотах. Изучены особенности накопления флавоноидов (лейкоантоцианов, катехинов, флавонолов) и суммы антраценпроизводных в траве звербоя продырявленного (*Hypericum perforatum*) в фазе массового цветения вдоль высотного градиента. Показано, что повышенный уровень антраценпроизводных (в пересчете на гиперин) отмечен на высотах 615 – 716 м над уровнем моря. Сумма антраценпроизводных (в пересчете на гиперин) вдоль высотного градиента достоверно снижается. Содержание катехинов в образцах, отобранных вдоль высотного градиента, изменяется в пределах 0,17 – 0,36 мг%. Установлено, что растения, отобранные на различных высотах от 615 до 2025 м над уровнем моря, характеризуются различным содержанием флавоноидов. Максимальным содержанием отличаются образцы, отобранные в диапазоне высот 615 – 716 м над уровнем моря. Лучшие характеристики по накоплению массовой доли флавонолов имели растения, отобранные в окрестностях с. Махческ Ирафского района Республики Северная Осетия – Алания в ценопопуляциях злаково-разнотравного луга на высоте 1340 м над уровнем моря. Заросли *Hypericum perforatum* встречаются на склонах южной и юго-восточной экспозиции.

## ASSESSMENT OF THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN *HYPERICUM PERFORATUM* ALONG AN ALTITUDE GRADIENT

**B.G. Tsugkiev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
**L.Ch. Gagieva**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor  
**B.B. Tsugkieva**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
**E.A. Tsagaraeva**, Doctor of Biological Sciences, Professor  
**L.M. Tseyko**, PhD student  
Gorsky State Agrarian University

**Keywords:** flavonoids, altitudinal gradient, St. John's wort.

**Abstract.** An assessment of the content of flavonoids in the herb St. John's wort, selected in natural phytocoenosis along an altitudinal gradient, is presented. We used generally accepted methods described in the relevant manuals when conducting research. The material for the study was air-dried samples of the aerial parts of St. John's wort (*Hypericum perforatum*) collected at different altitudes. The features of the accumulation of flavonoids (leucoanthocyanins, catechins, flavonols) and the amount of anthracene derivatives in the herb St. John's wort (*Hypericum perforatum*) in the phase of mass flowering along an altitudinal gradient were

studied. It has been shown that an increased level of anthracene derivatives (in terms of hypericin) is observed at altitudes of 615 – 716 m above sea level. The amount of anthracene derivatives (in terms of hypericin) significantly decreases along the altitudinal gradient. The content of catechins in samples taken along the altitudinal gradient varies within 0.17 – 0.36 mg%. It has been established that plants selected at different altitudes from 615 to 2025 m above sea level are characterized by other content of flavonoids. The samples in the altitude range 615 – 716 m above sea level have the maximum content. The plants selected in the vicinity of the village had the best characteristics for the accumulation of the mass fraction of flavonols. Makhchesk, Irafsky district of the Republic of North Ossetia - Alania, in coenopopulations of a cereal-forb meadow at 1340 m above sea level. Thickets of *Hypericum perforatum* are found on slopes of southern and southeastern exposure.

В настоящее время, в условиях санкций, в России актуально создание и производство эффективных и безопасных лекарственных средств, в том числе растительного происхождения. Кавказ располагает огромным потенциалом для возделывания лекарственных растений. Флора России насчитывает 12 тыс. видов высших растений, из которых 2000 видов используется в народной медицине, 326 – в официальной. Но хищническое истребление дикорастущих лекарственных растений, которое началось с 90-х гг. прошедшего столетия и продолжается до настоящего времени, привело к катастрофическому истощению природных ресурсов [1].

Дикорастущие лекарственные растения по сей день являются важным источником сырья для производства многих лекарственных препаратов. По прогнозам Всемирной организации здравоохранения, доля препаратов растительного происхождения в общем объеме лекарственных средств возрастает. Следовательно, поиск новых источников растительного сырья, обладающих биологической активностью, является актуальной проблемой.

Флавоноиды обладают выраженным антиоксидантным, иммуностимулирующим, противовирусным, гиполипидемическим действием и другими многочисленными факторами биологической активности [2]. Широкий спектр биологической активности флавоноидов связан с входящими в их молекулы реактивными гидроксильными и карбонильными группами, трансформирующимися в биологических системах в разнообразные флавоноиды.

Низкая токсичность и высокая фармакологическая активность флавоноидов придают растениям очень перспективные для профилактики и лечения ряда серьезных заболеваний свойства. Исследование физических и химических свойств флавоноидов помогает людям обнаруживать все новые и новые свойства в воздействии этой группы биологически активных веществ на организм [3].

К наиболее популярным и широко используемым растениям, как в официальной, так и в народной медицине, принадлежит зверобой продырявленный [4]. В РФ фармакопейными являются два вида зверобоя: зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) и зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Grantz.).

По данным Н.В. Портнягиной, наилучшими способами возделывания *Hypericum perforatum* L. являются рассадный и раннелетний срок высева семян в грунт. Зимостойкость растений повышается с возрастом. Многолетние растения зверобоя продырявленного способны ежегодно формировать полноценные семена, 8 – 11-летние растения, находясь в генеративном периоде, не проявляют признаков старого субсенильного возрастного состояния [5].

Наибольшую сухую сырьевую массу (241–1620 г/особь) формируют растения к третьему году жизни, которая снижается в последующие годы в среднем в 8,8 раза и более за счет уменьшения количества генеративных побегов в среднем в 4,7 раза [6].

Дикорастущие растения, собранные во время цветения в Турции, показали, что в восьми видах зверобоя (*H. aviculariifolium* Jaup., *H. lydiu* Boiss., *H. montbretii* Spach, *H. orientale* L., *H. organifolium* Willd., *H. perfoliatum* L., *H. perforatum* L. и *H. pruinatum* Boiss. и Bal. содержатся гиперозид, кверцитрин, и гиперин и псевдогиперин, кверцетин и хлорогеновая кислота [7].

Горные экосистемы исключительно хрупки, и только с помощью строжайшего соблюдения требований охраны окружающей среды можно спасти их от разрушения. Практически все горные ландшафты подвержены систематическому многовековому антропогенному воздействию. Для них характерен типичный спектр агроэкологических проблем, включая почвенную эрозию, дигрессию горных пастбищ, ухудшение качества сенокосов, снижение количества растениеводческой и животноводческой продукции. Территория исследованной юго-западной части Республики Северная Осетия–Алания, относится к наиболее экологически чистым районам с ненарушенными естественными биогеохимическими циклами элементов и обладает большим запасом лекарственных растений, характеризующихся формированием высокого урожая наземной массы [8, 10].

Многолетние лекарственные растения являются важным кластером фармацевтического производства, в связи с этим всестороннее изучение особенностей накопления в них биологически активных веществ в регионе Северной Осетии имеет высокий уровень научной и практической значимости.

Значение многолетних лекарственных растений оценивается разносторонне: это создание устойчивой базы для животноводства и фармацевтического производства, сохранение и воспроизводство плодородия почв, устойчивость агроэкосистем, высокая агроэнергетическая эффективность и экономическая выгода. Лекарственные растения, отобранные в горных условиях, успешно могут быть использованы при производстве бальзамов и других напитков, а также в фитотерапии [10].

Целью наших исследований является изучение динамики флавоноидов и гиперичинов вдоль высотного градиента в траве зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), произрастающего на территории РСО-Алания.

Материалом для исследования послужила трава зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*). Отбор проб растений осуществлялся на территории Республики Северная Осетия – Алания в фазе цветения растений.

Нами были осуществлены экспедиционные исследования дикорастущих растений в высотном диапазоне 615 -2025 м над уровнем моря.

Учетная площадка 1 – с. Сурх-Дигора, 615 м над уровнем моря, луговое сообщество на антропогенно трансформированном местообитании.

Учетная площадка 2 – с. Чикола, 669 м над уровнем моря, лугово-разнотравное сообщество.

Учетная площадка 3 – с. Новый Урух, 674 м над уровнем моря, разнотравно-злаковое сообщество.

Учетная площадка 4 – с. Средний Урух, 530 м над уровнем моря, рудеральное сообщество.

Учетная площадка 5 – с. Хазнидон, 716 м над уровнем моря, опушка широколиственного леса. Разнотравно-злаковое сообщество на антропогенно трансформированном местообитании.

Учетная площадка 6 – с. Толдзгун, 755 м над уровнем моря, склон южной экспозиции.

Учетная площадка 7 – с. Лескен, 778 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг (поляна в широколиственном лесу).

Учетная площадка 8 – с. Ахсарисар, склон южной экспозиции, 847 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг.

Учетная площадка 9 – с. Махческ, 1340 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг (*Leucanthemum vulgare* Lam., *Achillea millefolium* L., *Trifolium medium* L., *Gentianella caucasea* (Lodd. ex Sims) Holub, *Hypericum perforatum* L., *Festuca regeliana* Pavl., *Agrostis tenuis* Sibth., *Phleum pratense* L., *Veronica gentianoides* Vah, *V. spicata* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Alchemilla* sp., *Luzula multiflora* (Retz.) Lej., *Viola* sp., *Betonica macrantha* Willd., *Prunella vulgaris* L.).

Учетная площадка 10 – с. Стур-Дигора, 1699 м над уровнем моря, злаково-разнотравный луг (*Lathyrus pratensis* L., *Origanum vulgare* L., *Hypericum perforatum* L., *Verbascum laxum* Fil. & Jav., *Achillea millefolium* L.).

Учетная площадка 11 – с. Ахсау, 1889 м над уровнем моря, различные растительные сообщества на каменистых южных склонах.

Учетная площадка 12 – с. Галиат, 2025 м над уровнем моря, скалистые склоны.

Отбор проб растительного материала проводили по общепринятым методикам согласно Государственной Фармакопее XI и ОФС 42-0013-03 [10].

Массовую долю суммы флавоноидов в пересчете на рутин определяли по ГОСТ 15161-93 и [11,14].

Массовую долю катехинов и лейкоантоцианов определяли по [15].

Исследования проб проводили в трехкратной повторности. Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами математической статистики с использованием редактора электронных таблиц MS Excel и SPSS.

Как показано в таблице, содержание лейкоантоцианов в траве *Hypericum perforatum* колеблется в пределах от 713,4 до 937,2 мг%. Максимальное содержание обнаружено в диапазоне высот 615 – 716 м над уровнем моря.

Содержание катехинов в образцах, отобранных вдоль высотного градиента, изменяется в пределах 0,17 – 0,36 мг%. Дисперсионный анализ не установил влияния условий года и места отбора проб. Однако взаимодействие факторов сильное.

Массовая доля суммы флавоноидов в пересчете на рутин в надземной части зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), отобранного в разных ценопопуляциях и на разных высотных уровнях, меняется от 2 до 4 мг% от массы воздушно-сухого сырья. Максимальное накопление выявлено в окрестностях с. Махческ в ценопопуляциях, состоящих из *Leucanthemum vulgare* Lam., *Achillea millefolium* L., *Trifolium medium* L., *Gentianella caucasea* (Lodd. ex Sims) Holub, *Hypericum perforatum* L., *Festuca regeliana* Pavl., *Agrostis tenuis* Sibth., *Phleum pratense* L., *Veronica gentianoides* Vah, *V. spicata* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Alchemilla* sp., *Luzula multiflora* (Retz.) Lej., *Viola* sp., *Betonica macrantha* Willd., *Prunella vulgaris* L. Вероятно, в условиях злаково-разнотравного луга на высоте 1340 м над уровнем моря складывается особый микроклимат. Заросли *Hypericum perforatum* встречаются на склонах южной экспозиции и юго-восточной экспозиции.

Таблица

Содержание биологически активных веществ в траве зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*) в фазе массового цветения вдоль высотного градиента, мг%  
Content of biologically active substances in the herb St. John's wort (*Hypericum perforatum*) in the phase of mass flowering along the altitudinal gradient, mg%

| № п/п | Место отбора растений | Высота над уровнем моря, м | Лейкоантоцианы | Катехины  | Флавонолы | Суммы антраценпроизводных (в пересчете на гиперин) |
|-------|-----------------------|----------------------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------------------------------|
| 1     | 2                     | 3                          | 4              | 5         | 6         | 7                                                  |
| 1     | Сурх-Дигора           | 615                        | 848,8±3,32     | 0,34±0,01 | 2,34±0,05 | 0,70±0,01                                          |
| 2     | Чикола                | 669                        | 857,7±7,43     | 0,34±0,01 | 3,84±0,01 | 0,71±0,01                                          |
| 3     | Новый Урух            | 674                        | 937,2±6,11     | 0,35±0,01 | 4,03±0,01 | 0,77±0,01                                          |
| 4     | Средний Урух          | 530                        | 823,6±5,0      | 0,39±0,01 | 4,24±0,03 | 0,68±0,01                                          |
| 5     | Хазнидон              | 716                        | 866,8±8,76     | 0,36±0,01 | 3,62±0,04 | 0,72±0,03                                          |
| 6     | Толдзгун              | 755                        | 713,4±1,22     | 0,17±0,01 | 4,34±0,01 | 0,59±0,02                                          |



Окончание таблицы

| 1  | 2           | 3    | 4          | 5         | 6         | 7         |
|----|-------------|------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 7  | Лескен      | 778  | 713,7±9,31 | 0,17±0,01 | 4,36±0,02 | 0,59±0,01 |
| 8  | Ахсарисар   | 847  | 733,7±3,87 | 0,35±0,01 | 3,49±0,03 | 0,61±0,02 |
| 9  | Махческ     | 1340 | 715,7±8,43 | 0,19±0,01 | 4,45±0,01 | 0,59±0,02 |
| 10 | Стур-Дигора | 1699 | 719,1±8,11 | 0,22±0,01 | 4,16±0,03 | 0,59±0,05 |
| 11 | Ахсау       | 1889 | 715,2±4,95 | 0,39±0,01 | 4,10±0,05 | 0,59±0,03 |
| 12 | Галиат      | 2025 | 715,1±6,98 | 0,19±0,01 | 4,32±0,03 | 0,59±0,01 |

Сумма антраценпроизводных (в пересчете на гиперин) вдоль высотного градиента достоверно снижается, что, вероятно, связано с комплексом факторов внешней среды (высокий уровень коротковолновой ультрафиолетовой радиации, что оказывает положительное воздействие на растения: частично гасится негативный эффект, вызванный резкими колебаниями между дневной и ночной температурами). Усиливается вдоль высотного градиента. Содержание антраценпроизводных, которые имеют максимальные значения к концу бутонизации – началу цветения, а в фазе плодоношения происходит его снижение.

Таким образом, в гетерогенной среде горных экосистем, где складывается особый микроклимат и происходит смена растительных сообществ, вдоль высотного климатического градиента лекарственные растения синтезируют значительное количество БАВ.

Надземная масса *Hypericum perforatum*, отобранная в естественных условиях юго-западной части Республики Северная Осетия-Алания, характеризуется высоким содержанием биологически активных веществ и может использоваться в качестве пищевого и лекарственного сырья. Массовая доля суммы флавоноидов в пересчете на рутин в надземной части зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*), отобранного в разных ценопопуляциях и на разных высотных уровнях, различна и меняется от 2 до 4 мг% от массы воздушно-сухого сырья.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научные основы создания устойчивой сырьевой базы для лекарственных фитопрепаратов / И.В. Савченко, Л.Н. Зайко, Ф.М. Хазиева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 32–36.
2. Цыдендамбаев П.Б., Хышиктеев Б.С., Николаев С.М. Биологические эффекты флавоноидов // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2006. – № 6 (52). – С. 229–233.
3. Кондрашова Ю.С. Флавоноиды. Физико-химические свойства. Методы идентификации и выделения флавоноидов // Forcipe. – 2019. – Т. 2, № 5. – С. 848.
4. Карпунин М.Ю., Абрамчук А.В., Сапарклычева С.Е. Продуктивное долголетие зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 8 (175). – С. 6.
5. Изучение внутривидового разнообразия зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) в условиях культуры / Н.В. Портнягина, В.В. Пунегов, Э.Э. Эчишвили, В.П. Мишуров // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ВНИИОЗ, Киров, 22–25 мая 2007 г. / под общ. ред. В. В. Ширяева. – Киров: ГНУ ВНИИОЗ, 2007. – С. 353–354.
6. Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) в культуре на европейском Северо-Востоке / Э.Э. Эчишвили, Н.В. Портнягина, В.В. Пунегов, К.С. Зайнуллина; отв. ред. Г.Н. Табаленкова. – Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. – 120 с.
7. Chemical constituents of some *Hypericum* species growing in Turkey / C. Çirak, J. Radušiene, V. Janulis, L. Ivanauskas, B. Arslan // Journal of Plant Biology. – 2007. – Vol. 50, N 6. – P. 632–635.
8. Чеганов М.М., Гагиева Л.Ч. Содержание тяжелых металлов в растениях Ирафского района // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 3. – С. 314–318.

9. Экологические способы нейтрализации тяжелых металлов в почве / Б.Г. Цугкиев, Т.Б. Басаев, Л.Ч. Гагиева [и др.] // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 15. – EDN: PJNQLF.
10. Флористический состав травостоя Северо-Осетинского опытного охотничьего хозяйства (СОГООХ) / Б.Г. Цугкиев, А.Л. Комжа, Л.Ч. Гагиева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 49, № 4. – С. 371–376. – EDN: PJWCNX.
11. Государственная Фармакопея СССР. Одиннадцатое издание. – Вып. 2. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
12. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV – Т. IV. – М.: 2018. – 600 с.
13. ГОСТ 15161-93 Трава зверобоя. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003.
14. ФС.2.5.0015.15 Зверобоя трава: Взамен ГФ XI, вып. 2, ст. 52 (изм. № 4 от 25.12.1999).
15. Определение катехинов и лейкоантоцианов в надземной и подземной частях *Aconogonon divaricatum* / Е.В. Иванова, Е.А. Лукша, Г.И. Калинкина, И.С. Погодин // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2016. – № 4 (60). – С. 118–120. – EDN: XGRGBV.

## REFERENCES

1. Savchenko I.V., Zajko L.N., Hazieva F.M. [i dr.], *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, No. 2(18), pp. 32–36. (In Russ.)
2. Cydendambaev P.B., Hyshiktuev B.S., Nikolaev S.M., *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk*, 2006, No. 6 (52), pp. 229–233. (In Russ.)
3. Kondrashova Yu.S. *Forcipe*, 2019, Vol. 2, No. 5, pp. 848. (In Russ.)
4. Karpuhin M.Yu., Abramchuk A.V., Saparklycheva S.E., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2018, No. 8 (175), P. 6. (In Russ.)
5. Portnyagina N.V., Punegov V.V., Echishvili E.E., Mishurov V.P., *Sovremennye problemy prirodopol'zovaniya, ohotovedeniya i zverovodstva* (Modern Problems of Nature Management, Hunting and Fur Farming), Proceedings of International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 85<sup>th</sup> Anniversary of VNIIOZ, Kirov, May 22–25, 2007, Kirov: GNU VNIIOZ, 2007, pp. 353–354. (In Russ.)
6. Echishvili E.E., Portnyagina N.V., Punegov V.V., Zajnullina K.S., *Zverboj prodyryavlennyy (Hypericum perforatum L.) v kul'ture na evropejskom Severo-Vostoke* (St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) in cultivation in the European Northeast), Syktyvkar: Komi NC UrO RAN, 2014, 120 p.
7. Çirak C., Radušiene J., Janulis V., Ivanauskas L., Arslan B., Chemical constituents of some *Hypericum* species growing in Turkey, *Journal of Plant Biology*, 2007, Vol. 50, N 6, P. 632–635.
8. Chegaev M.M., Gagieva L.Ch., *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, Vol. 51, No. 3, pp. 314–318. (In Russ.)
9. Cugkiev B.G., Basaev T.B., Gagieva L.Ch. [i dr.], *Zemledelie*, 2004, No. 1, p. 15, EDN: PJNQLF. (In Russ.)
10. Cugkiev B.G., Komzha A.L., Gagieva L.Ch. [i dr.], *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, Vol. 49, No. 4, pp. 371–376, EDN: PJWCNX. (In Russ.)
11. *Gosudarstvennaya Farmakopeya SSSR. Odinnadcatoe izdanie* (State Pharmacopoeia of the USSR. Eleventh Edition), Issue 2, Moscow: Medicina, 1990, 400 p.
12. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii XIV- T. IV* (State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV- T. IV), Moscow: 2018, 600 p.
13. *GOST 15161-93 Trava zveroboya. Tekhnicheskie usloviya* (GOST 15161-93 St. John's wort herb. Specifications.), Moscow: Izd-vo standartov, 2003.
14. *FS.2.5.0015.15 Zveroboya trava* (FS.2.5.0015.15 St. John's wort herb), Vzamen GF XI, Issue 2, article 52, izm. No. 4 ot 25.12.1999.
15. Ivanova E.V., Luksha E.A., Kalinkina G.I., Pogodin I.S., *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*, 2016, No. 4 (60), pp. 118–120, EDN: XGRGBV. (In Russ.)